

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Anderson Rodrigues de Oliveira

**DIETAS PARA BOVINOS COM DIFERENTES FONTES DE
NITROGÊNIO E CARBOIDRATOS**

Diamantina

2017

Anderson Rodrigues de Oliveira

**DIETAS PARA BOVINOS COM DIFERENTES FONTES DE
NITROGÊNIO E CARBOIDRATOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Saulo Alberto do Carmo Araújo
Coorientador: Pesq. Dr. Norberto Silva Rocha

**Diamantina
2017**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

O48d Oliveira, Anderson Rodrigues de
 Dietas para bovinos com diferentes fontes de nitrogênio e
 carboidratos / Anderson Rodrigues de Oliveira. – Diamantina, 2017.
 55 p. : il.

 Orientador: Saulo Alberto do Carmo Araújo
 Coorientador: Norberto Silva Rocha

 Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) -
 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

 1. Bovinos de corte. 2. Processamentos. 3. Sincronia nutricional.
 I. Araújo, Saulo Alberto do Carmo. II. Rocha, Norberto Silva.
 III. Título. IV. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
 Mucuri.

CDD 636.2

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANDERSON RODRIGUES DE OLIVEIRA

**Dietas para bovinos com diferentes fontes de nitrogênio
e carboidratos**

Dissertação apresentada ao
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ZOOTECNIA - STRICTO SENSU,
nível de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MAGISTER SCIENTIAE EM
ZOOTECNIA

Orientador : Prof. Dr. Saulo Alberto Do
Carmo Araújo

Data da aprovação : 04/08/2017



Prof.Dr. MARIO HENRIQUE FRANÇA MOURTHÉ - UFMG



Prof.Dr. GUSTAVO HENRIQUE DE FRIAS CASTRO - UFVJM



Prof.Dr. SAULO ALBERTO DO CARMO ARAÚJO - UFVJM

Dedico esta dissertação...

À Deus, Jesus Cristo e ao Espírito Santo, pela oportunidade e capacitação para conduzir este trabalho.

Aos meus pais, Cristina e Luiz Carlos, pela confiança, apoio incondicional em toda a minha vida e compreensão pelas minhas constantes ausências no lar.

Ao Drº Aldrin Vieira Pires, in memoriam.

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial e ao Senhor Jesus por terem me resgatado quando: Cordas de morte me cercaram e, torrentes de perdição me amedrontaram; cordas de *Seol* me cingiram, laços de morte me surpreenderam (Salmos 18:4-5). Então, na minha angústia invoquei o senhor, sim, clamei ao meu Deus; do seu templo ouviu Ele a minha voz; o clamor que eu lhe fiz chegou aos seus ouvidos. (Salmos 18:6).

Aos meus pais, pelo o amor e confiança incondicional, e por compreenderem as minhas constantes ausências no lar.

A minha irmã Cristiane e sobrinha Kristielly, pelo incentivo e respeito.

A Professora Dr^a Sandra Pinheiro, pelo acolhimento e ajuda em todos os momentos difíceis durante minha caminhada na pós-graduação.

Ao Mestre Prof^o Dr^o Luiz Rodrigues Freire, por ter me concebido uma oportunidade em ingressar no meio científico. Por suas mãos, mais um Ruralino se apresenta ao mundo da pesquisa.

Aos meus Amigos de mestrado, Kárito, Katharine, Keila, Ângelo, Artur, Mariane, Natalia, Arnon, pela amizade, respeito e descontração.

Aos Orientadores Saulo Araújo e Norberto Rocha, pela paciência e ensino durante a condução deste trabalho.

Ao Professor Dr^o Diego Mota, pela ajuda fidedigna durante a etapa dissertativa.

À MSc. Marluci Olício Ortêncio, pelo acolhimento em sua residência, bem como pela ajuda nas etapas de avaliações de campo e orientações no laboratório.

Ao MSc. Marcos Augusto, pela ajuda durante toda a fase de avaliação experimental.

À Elizângela, pela sua destreza e gentileza em resolver todas as pendências dos discentes.

Ao Médico Veterinário Getúlio; ao Tratorista Ailton; aos Motoristas Alair e Domingos; ao funcionário Everaldo; aos Vigilantes: Lindomar, Ronaldo, Antônio Lucimar e Elias; agradeço não apenas pela ajuda durante o experimento, como também pelos conselhos e amizade.

Aos fieis estagiários Cibely, Carol, Indiara, Luan, Davi, Gustavo Firmino e G. Adolfo, Ítalo, Zé Wilker e Daniel; pelas noites acordadas para a coleta experimental, bem como pelo compartilhado e derramado suor que foi necessário para a realização desse trabalho.

À Família Tavares, pelo carinho e respeito durante toda a minha estadia em Unaí.

Aos Pr. Wellington e Gisele Zocrato, pelos ensinamentos celestiais que foram determinantes para meu equilíbrio. Às irmãs Vivaldina e Fernanda, pelo carinho e companheirismo.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela oportunidade em cursar o programa de pós-graduação.

Aos órgãos de fomento que possibilitaram a realização desse trabalho: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à pesquisa de Minas Gerais, bem como a Cooperativa Agropecuária Unaí Ltda (Capul) pelo suporte operacional.

A todos que de maneira direta ou indiretamente, me ajudaram de alguma forma na realização deste trabalho!

A todos vocês, *Dominus Vobiscum!*

RESUMO

Objetivou-se determinar os efeitos da associação entre milho moído ou silagem de milho reidratado com ureia convencional ou de lenta liberação para os parâmetros de consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos de corte. Utilizou-se dois consecutivos quadrados latinos (4x4) com duração de 56 dias, representado por quatro tratamentos (T1 milho moído + ureia comum, T2 milho moído + ureia protegida, T3 silagem de milho reidratado + ureia comum, T4 silagem de milho reidratado + ureia protegida) em quatro períodos experimentais de 14 dias cada, com quatro animais em cada delineamento experimental. Os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pelos tratamentos ($P < 0,05$), no entanto houve efeito significativo ($P < 0,05$) para os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), assim como também para a digestibilidade verdadeira da matéria seca (DVMS) e digestibilidade aparente total da PB (DapPB), da FDN (DapFDN) e FDA (DapFDA). As associações entre silagem de milho reidratado com a ureia comum ou a protegida demonstraram efetivo incremento na qualidade nutricional das dietas T3 e T4, pois houve reduções no consumo de FDN e FDA e aumento nas digestibilidades aparente da MS, PB, FDN e FDA, o que possibilitou inferir que houve o sincronismo nutricional para as referidas dietas conforme os referidos parâmetros nutricionais.

Palavras-chave: Bovinos de corte, Processamentos, Sincronia nutricional.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of the interaction between ground corn or rehydrated corn grain silage associated with conventional urea or slow-release urea in the parameters of intake and nutrient digestibility. The experimental design was a Latin Square (4x4), lasting 56 days, represented by four treatments (T1 ground corn + common urea, T2 ground corn + slow-release urea, T3 rehydrated corn silage + common urea, T4 rehydrated corn silage + slow-release urea) in four experimental periods lasting 14 days with two repetitions (eight animals) resulting in two simultaneous Latin squares. The intake of MS, PB and NDT were not influenced by treatments ($P < 0.05$), however there was a significant effect ($P < 0.05$) not only for NDF and ADF intakes, but also for DVMS, DapCB, DapNDF and DapADF. The associations between rehydrated corn silage with common or protected urea increased the nutritional quality of the T3 and T4 diets, because there were reductions in the consumption of NDF and ADF and increase in the apparent digestibility of MS, CP, NDF and ADF, making it possible to infer that there was nutritional synchronism for said diets according to said nutritional parameters.

Keywords: Beef cattle, Processing, Nutritional synchrony.

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Sincronismo entre a fermentação ruminal de fontes carboidratadas e nitrogênio	12
2.2 Fatores que interferem na degradabilidade da estrutura dos grãos amiláceos	13
2.3 Influência dos processamentos tecnológicos na digestibilidade do amido.....	15
2.3.1 Importância da moagem para o aumento da digestibilidade do amido	16
2.3.2 Efeitos da ensilagem dos grãos para elevar a digestibilidade do amido.....	17
2.4. Ferramentas nutricionais para favorecer a sincronia ruminal entre os ingredientes dietéticos	18
2.4.1 Estratégias nutricionais para elevar a síntese de proteína microbiana (Pmic).....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO I - DIETAS PARA BOVINOS COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E CARBOIDRATOS	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária de corte brasileira por meio de significativos avanços produtivos elevou o Brasil à categoria internacional de exportador e o colocou entre os maiores produtores de carne bovina, no entanto, alguns fatores de ordens nutricionais como reduções do consumo e aproveitamento dos nutrientes ingeridos tem se apresentado como elementos nocivos a máxima capacidade produtividade do setor.

Diante disso o desenvolvimento e o aprimoramento de ferramentas nutricionais que venham a elevar o valor nutricional dos alimentos consumidos pelos ruminantes despontam como necessária informação. Visto que a intensificação da produção animal torna necessário o incremento do valor nutritivo das dietas (BOLZAN et al., 2007) para otimizar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, tendo em vista que o atendimento das exigências de manutenção e desempenho animal está correlacionado com o consumo de nutrientes (DA SILVA et al., 2005; VARGAS JÚNIOR et al., 2008).

Os processamentos tecnológicos e a associação entre alimentos com sincrônicas taxas de degradação estão entre as propostas que permitirão elevar o consumo e aproveitamento dos nutrientes, pois segundo relatos da literatura (Yang et al., 2010; Xin et al., 2010; Pereira et al. 2013; Ferrarretto et al. 2014) com tais ferramentas nutricionais torna-se possível aumentar significativamente o aproveitamento dos nutrientes consumidos.

Hale (1973) classifica os processamentos de acordo com o grau de manipulação da água, sendo que a moagem, tostagem e a peletização a seco, bem como a ensilagem, floculação, explosão e a peletização úmida; são processamentos que requerem a desidratação ou adição de umidade em suas respectivas manipulações. No entanto, a variedade ou híbrido do cereal amiláceo utilizado será alguns dos parâmetros que direcionará a escolha do processamento a ser aplicado (THEURER, 1986), tendo em vista o menor potencial digestivo observado para grãos de endosperma vítreo (PEREIRA et al., 2014) requererão o uso de processamentos com maior efetividade para solubilizar a matriz proteica.

Para que haja melhor aproveitamento dos substratos amiláceos consumidos pelos ruminantes será necessário que ocorra não apenas uma provisão de fontes energéticas, como também haja sincronização entre os nutrientes proteicos, pois teoricamente a sincronicidade entre os nutrientes aumentará o uso dos mesmos, bem como a síntese de produtos microbianos e o desempenho animal (COLE et al., 2008; HALL e HUNTINGTON, 2008).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sincronismo entre a fermentação ruminal de fontes carboidratadas e nitrogênio

Para se promover a racional manipulação nutricional das dietas zootécnicas é necessário que o nutricionista detenha o conceito do balanço ou sincronia temporal entre a degradação de carboidratos e proteínas, haja vista que, quando a disponibilidade sincrônica entre energia e nitrogênio (N) no rúmen é priorizada (HOOVER e STOKES, 1991), há tendência de se elevar a síntese de proteína microbiana (Pmic) por meio da eficiência de uso do N dietético (COLE et al., 2008) e pela fermentação ruminal (NOCEK e RUSSELL, 1988).

Como os processos digestivos dos alimentos são primeiramente desencadeados pela fermentação microbiana, toda a estratégia nutricional que venha favorecer as interações digestivas entre os nutrientes no rúmen deverá priorizar a síntese de Pmic, tendo em vista que, tal advento otimizará não somente a fermentação ruminal (SEO et al., 2010), mas também o uso de nutrientes (CHUMPAWADEE et al., 2006) e o fornecimento de aminoácidos para o animal hospedeiro (YANG et al., 2010).

De acordo com Santos e Mendonça (2011) e NRC (2000), a Pmic contribui com mais de 50% dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, podendo representar em média 60% da proteína metabolizável em bovinos de corte. Assim sendo, toda e qualquer alteração na dieta dos ruminantes que resulte em reduções na síntese de Pmic poderá comprometer a fermentação ruminal e o desempenho dos animais (CHUMPAWADEE et al., 2006).

Sinclair et al. (1993) comparando dietas balanceadas para serem sincrônicas ou não, observaram que o consumo de dietas que sincronizaram as taxas de degradação de carboidratos com a liberação de N-NH₃ tendeu a aumentar a síntese e fluxo de Pmic para o duodeno, indicando que possivelmente os microrganismos ruminais utilizaram com maior eficiência o N e a energia dos alimentos para a geração de produtos microbianos. Assim como corroborado em trabalho de Richardson et al. (2003), na qual a ingestão de dietas sincronizadas para ovinos confinados elevaram a produção de N microbiano e a excreção de derivados de purina, sendo este último, considerado como indicador microbiano para a sua quantificação nas digestas ruminal e duodenal (VERAS et al., 2007).

Por outro lado, Yang et al. (2010) ressaltaram que em algumas situações, as tentativas de tornar os referenciais teóricos em resultados práticos, por muita das vezes, geram informações divergentes no tocante à síntese Pmic, à retenção de N e desempenho na produção animal. Acredita-se que a taxa e extensão de degradação dos nutrientes, por ser uma

característica intrínseca do alimento (NUSSIO et al., 2011), são fatores determinantes para a predição dos resultados.

Huntigton e Hall (2008) elucidaram que fatores que venham a modificar a taxa e extensão da fermentação dos carboidratos deverão ser de relevante consideração, pois a fermentabilidade do amido estabelecerá os requerimentos de proteína nas dietas sincrônicas. Assim sendo, a capacidade de prever quantitativamente o resultado da interação ruminal de proteína e energia na dieta, bem como os fatores que afetam a partição de nutrientes pelo animal serão variáveis determinantes para que a sincronia nutricional seja bem sucedida não apenas no suprimento de nutrientes para o animal, como também para aumentar a eficiência de síntese de Pmic (HALL e HUNTINGTON, 2008).

2.2 Fatores que interferem na degradabilidade da estrutura dos grãos amiláceos

A inclusão de cereais amiláceos nas dietas de ruminantes tem por objetivo elevar a densidade energética das rações, bem como, aumentar o seu valor nutricional. Visto que a composição nutricional das forrageiras, principal substrato alimentar dos ruminantes no Brasil, apresentam grandes variações de ordens, quantitativa e qualitativa ao longo do ano.

Uma das estratégias nutricionais que possibilite atenuar o déficit energético das forrageiras ao longo do ano seria aumentar o uso e a frequência das inclusões de cereais amiláceos na alimentação dos ruminantes em todas as fases produtivas, devido tais ingredientes terem elevada densidade de carboidratos prontamente digestíveis e detentores de elevadas concentrações de energia metabolizável (THEURER et al., 1999b).

Objetivando demonstrar o potencial digestivo de alguns cereais amiláceos comumente empregado na dieta dos ruminantes, Zeoula et al. (1999) observaram por meio da degradabilidade ruminal *in situ*, que a degradação amilácea do milho (*Zea mays*), do sorgo (*Sorghum bicolor*) e do trigo (*Triticum spp*) alcançaram percentuais médios de 79%, 83%, e 49%; respectivamente. Entretanto, Huntington (1997) apresentou resultados divergentes para a degradação do amido quando a avaliação foi pela técnica *in vitro*, na qual foram encontrados valores médios de 72% para o milho e sorgo, bem como 77% para o trigo.

Apesar da degradabilidade amilácea do milho e do sorgo terem se mostrado elevados no ambiente ruminal, Valadares Filho e Pina (2011) enfatizaram que em relação aos referidos cereais, o amido do trigo apresenta maior potencial digestivo devido haver maior solubilidade do seu endosperma ao fluído ruminal, em virtude da elevada concentração de prolaminas

gluteínas (ZINN et al., 2002), que antagônicas as existentes no sorgo (kafrina) e no milho (zeínas) (PEREIRA et al., 2014), faz com que o endosperma seja menos vítreo (CORREA et al., 2002).

Ferrarretto et al. (2013) demonstraram que, apesar da digestibilidade amilácea do trigo no trato digestivo total em vacas lactantes não ter apresentado diferenças estatísticas quanto ao amido do milho, ambos submetidos a moagem, a degradação ruminal do amido de trigo superou em 25% a do milho, devido as diferenças na matriz proteica contida no endosperma dos grãos amiláceos (THEURER, 1986, KOTARSKI et al., 1992).

O aumento da vitreosidade nos endospermas é o parâmetro a ser considerado quando se estima ou quantifica o potencial de degradação ruminal do amido, pois comparado aos cereais de endosperma farináceo, há evidências que grãos de milho com maior constituição vítrea apresentam textura dura e com menor taxa de degradação no rúmen (PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU, 1997). Devido haver elevadas concentrações de prolaminas, sendo essas responsáveis por formarem a matriz proteica que circundará aos grânulos de amido, tornando-os densamente compactados entre si e menos responsivos aos eventos fermentativos e digestivos (KOTARSKI et al., 1992; PEREIRA et al., 2014).

A considerar que no milho, as prolaminas zeínas podem representar de 50 a 60% da proteína no grão (Hamaker et al., 1995), logo, a degradabilidade do seu amido tende a ser reduzida. Assim como demonstrado por Correa et al. (2002) em ensaio de degradação amilácea *in situ*, na qual se observaram que em relação ao milho de endosperma farináceo (dentado), o híbrido com elevada vitreosidade (duro) apresentou reduzido potencial de degradação, haja vista que nesse ensaio, os híbridos de textura dura foram amostrados nos campos agrícolas brasileiros, pois segundo Paes (2006) há predominância do cultivo desse material genético.

De acordo com Duarte et al. (2007) e Sestari et al. (2012), a predominância pelo cultivo de genótipos de elevada vitreosidade (duro) nos trópicos se deve à elevada resistência física do seu pericarpo frente aos ataques de pragas agrícolas, no entanto, essa rigidez mecânica se correlaciona negativamente com digestibilidade do amido (CORREA et al., 2002). Como corroborado em trabalho de Pereira et al. (2004), na qual o pericarpo de menor resistência mecânica (dentado) obteve a maior taxa de degradação ruminal *in situ* em relação a variedade dura (flint).

Assim sendo, Corona et al. (2006) enfatizaram que as intervenções operacionais que venham solubilizar a matriz proteica e causar a ruptura do pericarpo nos grãos poderão aumentar a taxa e a extensão da degradação do amido. Deste modo, recomenda-se ampliar o

desenvolvimento e emprego de processamentos tecnológicos que permitam elevar o potencial digestivo do milho.

2.3 Influência dos processamentos tecnológicos na digestibilidade do amido

Inúmeros métodos de processamentos em grãos amiláceos utilizados na alimentação de ruminantes foram alvo de investigações de diversos autores (Owens et al., 1997; Theurer et al., 1999a; Zinn et al., 2002; Moura et al., 2014; Ferrarretto et al., 2014; Arcari et al., 2016), de modo que, o objetivo comum foi a geração de informações que permitissem maximizar a digestibilidade do amido, uma vez que, o principal efeito provocado pelos processamentos é a mudança do seu local de digestão (do intestino delgado para o rúmen) (BAGALDO et al., 2006).

Zinn et al. (2002) ressaltaram que haverá maiores produções de ácidos graxos voláteis (AGV's) e Pmic quando a digestão do amido ocorrer preferencialmente no rúmen. Entretanto, maiores suprimentos de energia metabolizável serão quantificadas quando o intestino for o órgão acessório de maior prevalência na digestão amilácea (ZINN et al., 2002), pois nesse compartimento a digestão desencadeada pela α -amilase pancreática evitará que ocorram perdas metabólicas para a produção de calor e gases, que podem representar reduções em 12 a 20% da energia ingerida (OWENS 1986).

Todavia, a literatura não é conclusiva a respeito do potencial digestivo do amido no ambiente pós-rúmen, dado que, o aumento da concentração de amido nos intestinos é inverso à sua digestibilidade (HUNTINGTON 1997), como demonstrado por Nocek e Tamminga (1991) no ensaio digestivo em vacas lactantes, na qual a digestão amilácea foi reduzida linearmente frente ao aumento das concentrações de amido que escaparam da fermentação ruminal.

Huber et al. (1961) propuseram que a reduzida digestibilidade no intestino delgado se deve a ausência de processamentos nos grãos, uma vez que, Owens (1986) observou que em comparação a dietas a base de milho grão inteiro, as rações com milho processado (floculação, ensilagem e moagem) reduziram a concentração de amido que escapou da fermentação ruminal, bem como maximizou a produção de energia metabolizável, quando o intestino delgado serviu de suporte à digestão do amido não degradado no rúmen.

Deste modo, os fatores que determinaram as escolhas de quais processamentos a serem empregados serão os que permitir elevar tanto a digestibilidade do amido quanto a sua redução nas fezes (PEREIRA, 2014), uma vez que o aumento da concentração de amido fecal é indicativo de perdas econômicas e disfunções digestivas (FREDIN et al., 2014). Além do mais,

o conhecimento dos híbridos de milho e a espécie animal a ser explorada também deverão ser considerados (THEURER, 1986; CORONA et al., 2006).

2.3.1 Importância da moagem para o aumento da digestibilidade do amido

Considerado o processamento de maior emprego na elaboração de rações, a moagem granulométrica se tornou a técnica mais difundida e aplicada na nutrição animal devido a sua facilitada execução, fato este determinante para que o referido processamento represente em média, 75% na composição total de rações formuladas para bovinos (SILVA et al., 2016).

Comparado ao grão inteiro, o emprego da moagem agrega alguns benefícios nutricionais, pois o aumento da superfície de contato dos grãos provocados pela trituração (BOLZAN et al., 2007) influenciará positivamente nos padrões de fermentação ruminal, produção microbiana e utilização de nutrientes no rúmen pelos microrganismos e hospedeiro (PASSINI et al., 2004). Em resposta ao possível aumento na digestibilidade do amido, uma vez que, o pericarpo do cereal, considerado o primeiro impedimento às ações digestivas é fragmentado pela moagem (KOTARSKI et al., 1992).

O NRC (2001) enfatizou que a moagem dos grãos de milho torna a digestibilidade amilácea superior ao do grão inteiro em 25%, da mesma forma, o milho finamente moído (≤ 1 mm) tem a sua digestibilidade elevada em 10% em comparação moagem grosseira (> 1 mm). Assim como demonstrado por Passini et al. (2004), na qual os autores observaram que em relação à grosseira, a moagem fina elevou a degradabilidade efetiva do amido e aumentou a solubilidade da proteína bruta.

Da mesma forma, Ferrarretto et al. (2013) por meio de diversos trabalhos que avaliaram os efeitos de distintos processamentos em grãos de milho, observaram que a redução granulométrica foi um dos fatores determinantes para modular a digestibilidade da matéria seca e do amido do cereal. Segundo os autores, os resultados compilados para as partículas de milho moídas em até 1,5mm mostraram-se significativamente superiores às partículas grosseiramente moídas (3mm e 4mm) no tocante aos referidos parâmetros digestivos.

Assim sendo, a contribuição da moagem para o aumento da digestibilidade e solubilização de algumas frações nutritivas do milho tornará essa técnica necessária quando o objetivo for maximizar o aproveitamento do cereal. No entanto, Theurer (1986) propôs que para haver maior digestão do amido será necessário solubilizar a matriz proteica por meio da combinação de processamentos que associem umidade e redução granulométrica nas partículas,

haja vista que, a moagem apenas fragmenta o pericarpo (KOTARSKI et al., 1992), este considerado a barreira primária à colonização e ação enzimática microbiana (THEURER 1986).

Owens (1986) observando resultados de vários trabalhos que comparavam os efeitos da associação, moagem e ensilagem, na degradação ruminal nos grãos milho, constatou que a associação entre os processamentos elevou a fermentabilidade amilácea e reduziu a concentração de amido que escapou do rúmen, tornando a degradação ruminal mais efetiva.

2.3.2 Efeitos da ensilagem dos grãos para elevar a digestibilidade do amido

A baixa disponibilidade de grãos com endosperma farináceo nos campos agrícolas brasileiros tem requisitado maiores investigações a respeito da viabilidade técnica e econômica para se elevar o valor nutricional do milho com endosperma vítreo por meio dos processamentos tecnológicos. Uma vez que, alterações na digestibilidade do amido são atribuídas ao tipo de processamento e a variedade do grão (BOLZAN et al., 2007).

Dentre as alternativas propostas, a silagem de grãos de milho reidratado surge como técnica promissora por ser capaz de elevar a taxa de degradação amilácea e proteica do milho flint (PEREIRA et al., 2013). Tendo em vista que, durante o processo de ensilagem nos grãos de milho ocorrem reduções nas concentrações de prolaminas e solubilização da matriz proteica que circundam aos grânulos de amido (HOFFMAN et al., 2011). Com isso, a digestibilidade tende a se elevar, pois a matriz proteica dificulta a colonização microbiana e retarda a ação das enzimas amilolíticas (CORONA et al., 2006).

Contudo, para que a ensilagem de grãos reidratados eleve o potencial de degradação do amido, é necessário que a moagem do cereal seja a mais intensa possível, pois segundo Silva et al. (2016), a moagem grosseira pode tornar esse substrato menos fermentescível em virtude do maior tamanho de partícula. Reis et al. (2013) demonstraram em ensaio de degradação *in situ*, na qual observaram que em relação a moagem grosseira, o milho finamente moído elevou a degradação ruminal das frações proteicas A (solúveis) e C (indegradável) em ovinos alimentados com dietas a base de silagem de milho reidratado.

Partindo do pressuposto que a reidratação tem como meta operacional a correção da matéria seca dos grãos, é necessário que o cereal destinado à ensilagem tenha entre 10 a 15% de umidade para que a fermentação da massa ensilada seja plena. Pereira et al. (2013) inicialmente recomendam que no ato da reumidificação dos grãos moídos ocorra adição de 35

litros de água para 100 kg de substrato e que após 21 a 30 dias de fermentação, a silagem esta apta a ser ofertada aos animais.

Silva et al. (2014) ao compararem os efeitos da moagem ou da reidratação seguida da ensilagem dos grãos de sorgo, observaram que quando os grãos foram submetidos a um período de fermentação em mini silos por 30 dias, a degradabilidade ruminal *in vitro* do amido e da matéria seca superaram a da moagem. Da mesma forma Benton et al. (2005a e 2005b) verificaram que em relação a dietas a base de milho laminado a seco, a silagem de milho reidratado ensilada por 28 dias e com 35% de umidade, além de ter elevado a degradabilidade ruminal da MS e da proteína do cereal, proporcionou maior eficiência alimentar em novilhos confinados. Pois a relação, consumo de alimento por ganho diário foi menor do que com o tratamento milho laminado.

Entretanto, Ferrarretto et al. (2013) observaram que a degradabilidade ruminal do amido, produção de leite e a eficiência alimentar de vacas lactantes consumindo dietas totais a base de silagem de milho reidratado não foi superior ao milho moído. Demonstrando a necessidade de pesquisas, pois principalmente a literatura nacional, carece de maiores relatos técnicos que venham elucidar prováveis variações que possam ocorrer nos parâmetros digestivos e produtivos de animais alimentados com a silagem de grão reidratado.

2.4. Ferramentas nutricionais para favorecer a sincronia ruminal entre os ingredientes dietéticos

Diversas maneiras de fornecer energia e N ao rúmen de forma sincrônica são relatadas pela literatura. Dentre tais propostas, Yang et al. (2010) citam que a associação entre ingredientes com distintas taxas de degradação amilácea e de liberação de N-NH₃, alteração da frequência ou padrão de alimentação e a utilização de valores de índice de sincronicidade têm sido ferramentas comumente utilizadas.

No tocante a associação entre ingredientes, Rotger et al. (2006) observaram que a formulação de dietas para bovinos de corte sincronizadas para terem rápida (cevada-girassol) e lenta (milho-soja) taxas de fermentações, promoveram numericamente maior digestibilidade de nutrientes (matéria orgânica, MS e PB). Contudo, as rações sincrônicas (milho-soja) ou não (milho-girassol) consideradas de lenta taxa de degradação, elevaram a eficiência microbiana quanto ao uso do N-NH₃, visto que a sua concentração no rúmen apresentou-se significativamente reduzida.

Da mesma forma, Ichinohe e Fujihara (2008) e Seo et al. (2013) relataram que a eficiência de uso do $N-NH_3$ e a síntese Pmic foram significativamente maiores para a dieta assíncrona, o que demonstrou que o sincronismo nutricional foi a variável de menor significância para os referidos parâmetros ruminais, o que vem a reforçar a necessidade de maiores estudos quanto a essa proposta nutricional.

Compostos nitrogenados que possuam lenta taxa de hidrólise ruminal e que sejam capazes de substituir o nitrogênio não proteico (NNP) da ureia comum, de modo a cadenciar a liberação de $N-NH_3$, tem sido o enfoque desafiador das pesquisas. Tendo em vista que, quando a capacidade de liberação excede a de assimilação pelos microrganismos, concentrações elevadas de $N-NH_3$ tendem a serem nocivas para o ruminante, além de elevar as perdas de N na urina.

Xin et al. (2010) verificaram que, em comparação a dietas que associaram milho floculado com ureia comum, as dietas com ureia protegida e floculado reduziram a concentração de $N-NH_3$ em bovinos lactantes, pois, houve maior eficiência microbiana em sintetizar N por kg de carboidrato fermentado. Assim como observado por Gardinal et al., (2017), em que a inclusão de ureia protegida em dietas para novilhos a base de milho moído, promoveu melhor utilização do $N-NH_3$ em comparação a suplementação com ureia comum.

No entanto, Galo et al. (2003) enfatizaram que substancial parte de NNP isenta de hidrólise pode deixar o rúmen sem ser convertido em $N-NH_3$, o que pode vir a ser um limitante ao sincronismo temporal e no aproveitamento do mesmo pelos microrganismos ruminais. O que vem a corroborar os resultados encontrados por Benedeti et al. (2014), na qual observaram que a substituição do farelo de soja pela ureia protegida na dieta de novilhos promoveu aumentos lineares na excreção urinária, em resposta as reduções na eficiência de uso do N dietético e no balanço do N ingerido e excretado.

Quando avaliaram a alteração da frequência e padrão de alimentação, Fadel Elseed et al. (2005) verificaram que a suplementação com farelo de caroço de algodão, fracionada duas vezes ao dia em dietas à ovinos a base de palha de arroz, reduziu as perdas de N urinário e elevou a síntese de Pmic. Os autores justificaram que o fracionamento da suplementação proteica permitiu uma sincronia temporal entre a gradual liberação de $N-NH_3$ com a degradação do amido.

Da mesma forma, Kaswari et al. (2007) alteraram a sequência de alimentação de bovinos leiteiros utilizando de forma temporal o arraçoamento individual e observaram que o tratamento que priorizou a suplementação com energia nas primeiras horas do arraçoamento,

seguida de fontes proteicas nas sucessivas horas, foi a estratégia nutricional que permitiu elevar a síntese de Pmic, devido o maior sincronismo entre liberação N-NH₃ e degradação do amido.

Outra maneira possível de induzir uma sincronia nutricional é pela quantificação do índice de sincronicidade dos ingredientes, pois, de acordo com Yang et al. (2010) a referida técnica utiliza previamente informações da degradabilidade *in situ* das frações carboidratadas e proteicas para compor tais índices. De modo que, Sinclair et al. (1993) enfatizaram que o valor de 1,0 representa a sincronia perfeita e <1,0 indicam assincronia entre a energia e a oferta de N ao longo do dia. Assim sendo, em termos práticos Sinclair (1991) citado por Piao et al. (2012) recomendou o fornecimento de 32 g N / kg de carboidrato degradado no rúmen para se promover tal sincronia.

Diante disso, Seo et al. (2010) testaram a influência de dietas contendo diferentes índices de sincronismo entre energia e N, na modulação dos AGV's e do pH ruminal em novilhos leiteiros. Verificou-se que a dieta que proporcionou maior grau de sincronicidade entre os nutrientes, foi a que elevou significativamente a síntese de Pmic e AGV's totais.

Apesar de alguns trabalhos terem gerado informações divergentes a respeito da sincronia nutricional, na maioria dos relatos a eficiência da síntese de Pmic e da fermentação ruminal foram positivamente induzidas pelo sincronismo temporal. No entanto, algumas estratégias supracitadas podem ser inviabilizadas para o produtor, devido o grau de complexidade e dificuldades operacionais que algumas das ferramentas exigem.

2.4.1 Estratégias nutricionais para elevar a síntese de proteína microbiana (Pmic)

Quando se busca associar alimentos com diferentes composições nutricionais, é necessário que o nutricionista detenha o prévio conhecimento a respeito da composição química, bem como da taxa de fermentação dos ingredientes, visto que a cinética de degradação de carboidratos e proteínas varia amplamente de acordo com o alimento, composição e método de processamento empregado (NRC, 2001).

Corroborando com essas ponderações, Owens e Zinn (1988) ao determinarem temporalmente o potencial de degradação ruminal de diferentes substratos nitrogenados, relataram que o N-NH₃ da ureia normalmente tem o seu pico de degradação ruminal em até 2 horas após a sua ingestão por ruminantes, já a máxima taxa de degradação do N-NH₃ do farelo de soja ocorre em média entre 3 a 5 horas.

No tocante a taxa de degradação do amido, Owens (1988) prediz que a significativa parte é degradada nas primeiras 5 horas após a sua ingestão. Entretanto, segundo Antunes et al. (2011) o amido pode ter a sua degradabilidade ruminal variável em função da fonte utilizada na alimentação, bem como pelo tipo e grau de processamento. Com isso, variações nas produções de ácidos graxos de cadeia curta e de Pmic poderão serem observadas ao longo da fermentação ruminal (NOCEK e TAMMINGA, 1991).

Com base em resultados de estudos *in vitro* (Nocek e Russell, 1988; Henning et al., 1991; Rotger et al., 2006; Hall e Huntigton, 2008) há um consenso de que a taxa de degradação dos carboidratos é o principal fator de controle da energia disponível para a produção e eficiência microbiana. Dado que, Henning et al. (1991) e Rotger et al. (2006) observaram que a eficiência microbiana para a produção de Pmic foi modulada pelas fontes e níveis de inclusão de carboidratos, independentemente de haver sincronismo entre energia e N.

Apesar dos carboidratos apresentarem importância para o crescimento microbiano, Hall e Huntigton (2008) verificaram que o aumento do rendimento de Pmic em determinações *in vitro* ocorreu em resposta ao aumento da concentração de PDR em relação ao carboidrato potencialmente fermentado. Tal fato divergente se deve as singulares características da proteína dietética para a nutrição microbiana, uma vez que, o referido nutriente detém a capacidade de prover aminoácidos e N-NH₃ em concentrações requeridas para a síntese de biomassa microbiana (NOCEK e RUSSELL, 1988).

Deste modo, toda a estratégia nutricional que objetive elevar a biossíntese microbiana e plena fermentação ruminal deverá objetivar a sincronia temporal entre carboidratos e proteínas nas dietas para ruminantes, pois, a síntese de Pmic e a cinética fermentativa são dependentes do equilíbrio sincrônico entre carboidratos e proteínas fermentados no rúmen (CHERDTHONG e WANAPAT, 2010; SEO et al., 2013).

Teoricamente, quando se provêm a sincronicidade entre substratos proteicos e energéticos no ambiente ruminal, os microrganismos ruminais conseguem utilizar com maior eficiência o ATP e os compostos nitrogenados (PIAO et al., 2012), uma vez que o catabolismo que modula a fermentação dos carboidratos é completamente vinculado com o processo anabólico que rege a síntese microbiana (PEREIRA et al., 2005).

Deste modo, determinar os parâmetros cinéticos que envolvem os fenômenos da degradação microbiana se torna ferramenta válida não apenas para descrever a digestão ruminal, como também para determinar os fatores limitantes à sua disponibilidade (VERAS et al., 2007), pois se houver sobreposição das taxas de degradação proteica em relação a dos carboidratos, ou vice versa, grandes quantidades de nutrientes poderão ser perdidos em ciclos

metabólicos, como os utilizados para eliminar o excesso de compostos amoniacais do ambiente ruminal.

Nocek e Russel (1988) relataram que o desbalanço entre oferta e deficiência de substratos sulfurados, fosfatados, nitrogenados e energéticos, tende a provocar um fenômeno conhecido como reação de desacoplamento energético (*energy spilling*), na qual há ineficiência no uso do ATP pelas bactérias ruminais. Portanto, se a taxa de produção energética excede a de utilização, a energia do ATP que poderia ser utilizada para a síntese microbiana é perdida na forma de calor (PEREIRA et al., 2005).

Objetivou-se com este trabalho investigar o efeito da associação entre milho moído e silagem de milho reidratado com a ureia comum e protegida nos parâmetros de consumo e digestibilidade de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCARI, M.A.; MARTINS C.M.M.R.; TOMAZI, T. et al. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.221, p.167–173, 2016b.

BAGALDO, A. R.; PIRES, A. V.; MEYER, P. M. et al. Desempenho pós-desaleitamento de bezerros holandeses que receberam sucedâneo ou leite integral e milho floculado no concentrado inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.857-862, 2006.

BENEDETI, P. D. B.; PAULINO, P. V. R.; MARCONDES, M. I. Soybean meal replaced by slow release urea in finishing diets for beef cattle. **Livestock Science**, v.165, p.51-60, 2014.

BOLZAN, I. T. L.; SANCHEZ, M. B.; CARVALHO, P. A. et al. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com uréia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.229-234, 2007.

CHERDTHONG, A.; WANAPAT, M. Development of Urea Products as Rumen Slow-Release Feed for Ruminant Production: A Review. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.4, n.8, p.2232-2241, 2010.

CHUMPAWADEE, S. K.; SOMMART, T; VONGPRALUB, P. et al. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.9, n.2, p.181-188, 2006.

COLE, N. A.; TODD R. W. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. **Journal Animal Science**, v.86, p.318-333, 2008 (E.suppl.).

CORONA, L.; OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, n.11, p.3020-3031, 2006.

CORREA, C. E. S.; SHAVER R. D.; PEREIRA; M. N. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.11, p.3008-3012, 2002.

DA SILVA, B. C.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, D. H. et al. Consumo e Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Ganho de Peso de Bovinos de Corte Alimentados com Silagem de *Brachiaria brizantha* e Concentrado em Diferentes Proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.

DUARTE, A. P.; HENRIQUES D. R.; CÔRREA, P. C. et al. Produtividade, aparência, densidade e suscetibilidade à quebra dos grãos em híbridos de milho, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.2, p.174-185, 2007.

FADEL ELSEED, A.M.A. Effect of supplemental protein feeding frequency on ruminal characteristics and microbial N production in sheep fed treated rice straw. **Small Ruminant Research**, v.57, n.1, p.11-17, 2005.

FERRARETTO, L. F.; CRUMP P. M.; SHAVER R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal Dairy Science**, v.96, p.533-550, 2013.

FERRARETTO, L. F.; TAYSOM, K.; TAYSOM, D. M. et al. Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.5, p.3221-3227, 2014.

FREDIN, S. M.; FERRARETTO, L. F.; AKINS, M. S. et al. Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.3, p.1862-1871, 2014.

GALO, E.; EMANUELE S. M.; SNIFFEN, C. J.; et al. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.86, n.6, p.2154-2162, 2003.

GARDINAL, R.; CALOMENI, G. D.; CÔNSOLO, N. R. B. et al. Influence of polymer-coated slow-release urea on total tract apparent digestibility, ruminal fermentation and performance of Nellore steers. **Asian-Australas Journal Animal Science**, v.30, p.34-4, 2017.

HALL, M. B.; HUNTINGTON, G. B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal Animal Science**, v.86, p.287-292, 2008 (Suppl. 14).

HAMAKER, B. R.; MOHAMED, A. A.; HABBEN, J. E. et al. Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. **Cereal Chemistry**, v.72, p-583-588, 1995.

HENNING, P. H.; STEYN, D. G.; MEISSNER, H. H. The effect of energy and nitrogen supply pattern on rumen bacterial growth *in vitro*. **Animal Production**, v.53, n.2, p.165-175, 1991.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.852-862, 1997.

ICHINOHE, T.; FUJIHARA, T. Adaptive changes in microbial synthesis and nitrogen balance with progressing dietary feeding periods in sheep fed diets differing in their ruminal degradation synchronicity between nitrogen and organic matter. **Animal Science Journal**, v.79, n.3, p.322-331, 2008.

JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., Goiânia. **Anais...** Goiânia: UEM-Maringá, p.357-376, 2003.

KASWARI, T.; LEBZIEN, P.; FLACHOWSKY, G. et al. Studies on the relationship between the synchronization index and the microbial protein synthesis in the rumen of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.139, n.1-2, p.1-22, 2007.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v.122, n.1, p.178-190, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 387p.

NOCEK, J. E.; RUSSELL J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070, 1988.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.

OWENS, F. N. Corn grain processing and digestion. 2005b Presented at the 66th Minnesota Nutrition Conference 2009. Disponível em [http://www.ddgs.umn.edu/articles-proc-storage-quality/2005-Owens%20\(MNC\)%20Corn%20genetics.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/articles-proc-storage-quality/2005-Owens%20(MNC)%20Corn%20genetics.pdf). Acesso em 20 de abril, 2017.
OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v.75, p.868-879 1997.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D. C (Ed.) *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. Inglewood Cliffs, New Jersey, 1988. p.227.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 75). Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/fisquitectolmilho_000fgb2k97i02wx5eo0bp3uwfl1aa0n7.pdf. Acesso em 25 de abril, 2017.

PASSINI, R.; BORGATTI, L. M. O.; FERREIRA, F. A. et al. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.271-276, 2004.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V. de.; MIRANDA, L. F. et al. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p.125-134, 2005.

PEREIRA, M. N. III Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro. In: PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. Dureza do grão de milho: um tópico brasileiro. 142p, 2014.

PEREIRA, M. N.; PINHO, R. G. V.; BRUNO, R. G. da S. et al. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, v.61, n.4, p.358-363, 2004.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. **Animal Feed Science and Technology**, v.68, v.1-2, p.25-35, 1997.

PIAO, M. Y.; KIM, H. J.; PARK, T. S. et al. Effects of Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply in Total Mixed Ration with Korean Rice Wine Residue on Ruminal Fermentation, Nitrogen Metabolism and Microbial Protein Synthesis in Holstein Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.25, n.11, p.1568-1574, 2012.

REIS, W. dos; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. de L. et al. Degradabilidade da matéria seca e da proteína bruta de grãos secos e de silagens de grãos úmidos de híbridos de milho (*zea mays*), submetidos a diferentes processamentos. **Boletim de Indústria Animal**, v.70, n.3, p.269-280, 2013.

RICHARDSON, J. M.; WILKISON, R. G.; SINCLAIR, L. A. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1332-1347, 2003.

ROTGER, A.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S. et al. Effects of nonstructural carbohydrates and protein sources on intake, apparent total tract digestibility, and ruminal metabolism in vivo and in vitro with high-concentrate beef cattle diets. **Journal Animal Science**, v.84, p.1188–1196, 2006.

SANTOS, F. A. P.; MENDONÇA, A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G de (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**, 2011. p.616.

SEO, J. K.; KIM, M. H.; YANG, J. Y. et al. Effects of Synchronicity of Carbohydrate and Protein Degradation on Rumen Fermentation Characteristics and Microbial Protein Synthesis. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.26, n.3, p.358-365, 2013.

SEO, J. K.; YANG, J.; KIM, H. J. Effects of Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply on Ruminal Fermentation, Nitrogen Metabolism and Microbial Protein Synthesis in Holstein Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.11, p.1455-1461, 2010.

SESTARI, B. B.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. de A. et al. Características de carcaça, de componentes não carcaça e qualidade da carne de bovinos nelore em confinamento e alimentados com diferentes híbridos de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.3389-3400, 2012 (Supl. 2).

SILVA, C. J. da; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, T. S. et al. Características do amido do grão de milho processado por reconstituição e moagem para uso na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.4, p.710-718, 2016.

SILVA, J. S.; BORGES, A. L. C. C.; LOPES, F. C. F. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* do sorgo grão em diferentes formas de reconstituição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1822-1830, 2014.

SINCLAIR, L. A., P. C. Garnsworthy, J. R. Newbold and P. J. Buttery. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in the sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.120, n.2, p.251-263, 1993.

THEURER, C. B.; LOZANO, O; ALIO, A. et al. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2824–2831, 1999b.

THEURER, C.B. et al. Invited review: summary of steam flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.82, p.1950-1959, 1999a.

THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1649- 1662, 1986.

VARGAS JUNIOR, F. M. de; SANCHEZ, L. M. B.; WECHSLER, F. S. et al. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2056-2062, 2008.

VÉRAS, R. M. L.; VALADARES FILHO, S. de C.; AZEVÊDO, J. A. G. et al. Níveis de proteína na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1199-1211, 2007.

XIN, H. S.; SCHAEFER, D. M.; LIU, Q. P. Effects of Polyurethane Coated Urea Supplement on *In vitro* Ruminal Fermentation, Ammonia Release Dynamics and Lactating Performance of Holstein Dairy Cows Fed a Steam-flaked Corn-based Diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.4, p.491-500, 2010.

YANG, J. Y.; SEO, J.; KIM, H. J. et al. Nutrient Synchrony: Is it a Suitable Strategy to Improve Nitrogen Utilization and Animal Performance? **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.7, p.972-979, 2010.

ZEOULA, L. M.; MARTINS, A. de S.; PRADO, I. N. do; et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.898-905, 1999.

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, n.5, p.1145-1156, 2002.

CAPÍTULO 1

DIETAS PARA BOVINOS COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E CARBOIDRATOS

RESUMO

Objetivou-se determinar os efeitos da associação entre milho moído ou silagem de milho reidratado com ureia convencional ou de lenta liberação para os parâmetros de consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos de corte. Utilizou-se dois consecutivos quadrados latinos (4x4) com duração de 56 dias, representado por quatro tratamentos (T1 milho moído + ureia comum, T2 milho moído + ureia protegida, T3 silagem de milho reidratado + ureia comum, T4 silagem de milho reidratado + ureia protegida) em quatro períodos experimentais de 14 dias cada, com quatro animais em cada delineamento experimental. Os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pelos tratamentos ($P < 0,05$), no entanto houve efeito significativo ($P < 0,05$) para os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), assim como também para a digestibilidade verdadeira da matéria seca (DVMS) e digestibilidade aparente total da PB (DapPB), da FDN (DapFDN) e FDA (DapFDA). As associações entre silagem de milho reidratado com a ureia comum ou a protegida demonstraram efetivo incremento na qualidade nutricional das dietas T3 e T4, pois houve reduções no consumo de FDN e FDA e aumento nas digestibilidades aparente da MS, PB, FDN e FDA, o que possibilitou inferir que houve o sincronismo nutricional para as referidas dietas conforme os referidos parâmetros nutricionais.

Palavras-chave: Bovinos de corte, Processamentos, Sincronia nutricional.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of the interaction between ground corn or rehydrated corn grain silage associated with conventional urea or slow-release urea in the parameters of intake and nutrient digestibility. The experimental design was a Latin Square (4x4), lasting 56 days, represented by four treatments (T1 ground corn + common urea, T2 ground corn + slow-release urea, T3 rehydrated corn silage + common urea, T4 rehydrated corn silage + slow-release urea) in four experimental periods lasting 14 days with two repetitions (eight animals) resulting in two simultaneous Latin squares. The intake of MS, PB and NDT were not influenced by treatments ($P < 0.05$), however there was a significant effect ($P < 0.05$) not only for NDF and ADF intakes, but also for DVMS, DapCB, DapNDF and DapADF. The associations between rehydrated corn silage with common or protected urea increased the nutritional quality of the T3 and T4 diets, because there were reductions in the consumption of NDF and ADF and increase in the apparent digestibility of MS, CP, NDF and ADF, making it possible to infer that there was nutritional synchronism for said diets according to said nutritional parameters.

Keywords: Beef cattle, Processing, Nutritional synchrony.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de modelos ou estratégias nutricionais que permitem incrementar o consumo e a digestibilidade de nutrientes torna-se de significativa importância para a produção animal, pois a redução do consumo e o aproveitamento de nutrientes ingeridos pelos animais tem se configurado como variáveis prejudiciais à máxima capacidade produtiva dos sistemas zootécnicos, tendo em vista que o atendimento das exigências para manutenção e desempenho está correlacionado com a ingestão e aproveitamento dos nutrientes (DA SILVA et al., 2005; VARGAS JÚNIOR et al., 2008).

Diante disso, o desenvolvimento e aprimoramento de ferramentas nutricionais que venham elevar o valor nutricional dos alimentos consumidos despontam como necessária informação, pois a tecnificação do sistema impõe aos animais elevados desafios produtivos, tornando cada vez mais necessário o incremento do valor nutritivo das dietas utilizadas (BOLZAN et al., 2007). Logo, entre tais propostas ressalta-se que os processamentos e a associação entre alimentos com semelhantes taxas de degradação ruminal detém notória importância para a nutrição de ruminantes, uma vez que, tais ferramentas nutricionais podem aumentar significativamente o aproveitamento dos nutrientes consumidos.

Comparado à tradicional moagem, a reidratação e ensilagem nos grãos de milho permite agregar maior valor nutricional, pois o seu emprego eleva a taxa e velocidade de degradação ruminal amilácea, aumenta a digestibilidade do amido não degradado no rúmen e otimiza o consumo voluntário, pois segundo Arcari et al. (2016b) e Jobim et al. (2003) os ácidos orgânicos produzidos durante o processo da ensilagem podem reduzir a integridade da matriz proteica que recobre os grânulos de amido e com isso favorecer a digestão e absorção do nutriente.

Contudo para que haja melhor aproveitamento dos nutrientes consumidos será necessário que ocorra não apenas a provisão de substratos amiláceos de elevado potencial fermentativo, como também haja sincronização com os nutrientes proteicos, tendo em vista que teoricamente, a sincronia nutricional aumentará o uso dos nutrientes, a síntese de produtos microbianos e o desempenho animal (COLE et al., 2008; HALL e HUNTINGTON, 2008).

Diante disso objetivou-se com este trabalho induzir o sincronismo nutricional utilizando dietas totais contendo associações entre silagem de milho reidratado com ureia comum ou milho moído com ureia protegida. Para isso, avaliou-se o consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em bovinos mestiços confinados ingerindo rações com 50% de silagem de milho mais 50% de concentrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização do experimento

O trabalho foi realizado no Setor de Ruminantes da Fazenda Experimental Santa Paula, pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, localizado geograficamente (16°21'50" sul e 46°54'15" oeste, altitude de 640m) no município de Unaí MG. O clima na região é classificado como tipo Aw, tropical, com temperatura média anual de 27°C, precipitação média anual de 1.200 mm e estações, chuvosa no verão e seca no inverno, bem definidas (KÖPPEN, 1948).

Para a condução do experimento utilizou-se um galpão de alvenaria construído na orientação leste-oeste, coberto com telhado estilo colonial com paredes laterais de 1,10 m de altura abertas nas extremidades, contendo um tronco para contenção dos animais. O galpão possui oito baias individuais de 9m² cada, sendo estas providas com comedouros e bebedouros de alvenaria individuais. A cama da baia foi constituída por maravalha.

2.2 Desenho experimental

Foi adotado o delineamento experimental em Quadrado Latino (QL) 4x4 duplicado, o qual os fatores avaliados foram as associações entre duas formas de processamentos de milho (moído e reidratado) com duas fontes de uréia (comum e protegida) em quatro períodos experimentais (14 dias cada), com 4 animais em cada QL.

Os tratamentos foram: T1: milho moído + ureia comum; T2: milho moído + ureia protegida; T3: silagem de milho reidratado + ureia comum; T4: silagem de milho reidratado + ureia protegida.

O período total de experimento foi constituído por 56 dias de avaliação, sendo quatro períodos de 14 dias, compostos de 11 dias de adaptação e três dias de coleta para fezes e amostragens das dietas ofertadas e sobras. Adotou-se o período pré-experimental de 30 dias para adaptação dos animais ao manejo empregado.

2.2.1 Unidades experimentais

Os animais utilizados na pesquisa foram oriundos do Setor de Nutrição de Ruminantes pertencente à Fazenda Experimental Santa Paula, da Universidade Federal dos Vales do

Jequitinhonha e Mucuri. Os animais foram vermifugados e receberam aplicação do complexo vitamínico ADE.

2.3 Manejo experimental

A água e o sal mineral foram ofertados *ad libitum*, no entanto, forneceram-se as dietas totais de maneira gradual até atingir a estabilidade do consumo de matéria seca.

Para determinar o consumo diário de matéria seca por animal, adotaram-se pesagens individuais no início de cada período experimental, de modo que, as massas corporais individuais foram mensuradas após 12 horas de jejum durante cada início de período, permitindo o ajuste nas quantidades de alimentos oferecidos diariamente.

As dietas experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo que no período matutino (8:00 h) ofertou-se 40% do total recomendado e 60% no vespertino (15:00h).

O milho utilizado nesse experimento foi cultivado em 2015 em uma área de 2,0 hectares da fazenda experimental Santa Paula. De modo que, no momento da confecção da silagem de milho, utilizou-se o aditivo microbiano Silobac 5TM (50 gramas para 50 toneladas de silagem) e uma fina camada de sal branco (150g/m²) no momento da ensilagem.

A ensilagem do milho grão foi realizada em recipientes plásticos com capacidade de 200 litros (L). A reidratação do milho, bem como seu tempo de ensilagem seguiram o protocolo de Pereira et al. (2013), na qual os autores recomendam a adição de 35L de água para cada 100 kg de substrato moído e um tempo de fermentação de 30 dias.

2.4. Confecção das dietas totais

As dietas foram misturadas individualmente e diariamente para garantir a completa homogeneização dos ingredientes formulados. O percentual de cada alimento nas dietas, assim como as composições bromatológicas das dietas totais e dos ingredientes são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

As dietas totais foram inicialmente formuladas estimando-se um consumo de matéria seca (CMS) de 2,5% da massa corporal (animal. dia⁻¹), na proporção percentual de 50 de volumoso e 50 de concentrado, sendo ajustadas de acordo com o monitoramento das sobras pré-estabelecidas (10%).

Com o intuito de se atender as exigências nutricionais bem como manter o aporte homogêneo de nutrientes, formulou-se a ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (70% NDT) de acordo com o NRC (2000).

Tabela 1- Composição (kg de MS e %) dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Ingredientes/Dietas	T1		T2		T3		T4	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Milho Moído	2,67	39,56	2,66	39,00	-	-	-	-
Milho Reidratado	-	-	-	-	2,63	38,62	2,59	38,77
Farelo de Soja	0,43	6,40	0,68	9,97	0,43	6,31	0,45	6,74
Uréia Comum	0,11	1,63	-	-	0,11	1,61	-	-
Uréia Protegida	-	-	0,11	1,61	-	-	0,11	1,65
Silagem de milho	3,56	52,74	3,60	52,79	3,62	53,16	3,54	52,99

T1-milho moído + uréia comum; T2-milho moído + uréia protegida; T3-silagem de milho reidratado + uréia comum; T4-silagem de milho reidratado + uréia protegida.

Tabela 2 - Composições químico-bromatológica em percentagem de matéria seca das dietas experimentais

Nutriente	T1	T2	T3	T4
MS (%)	56,28	55,78	51,00	51,15
PB (%)	14,54	14,47	14,64	14,27
EE (%)	3,12	3,79	3,35	3,59
MM (%)	3,96	4,26	3,99	3,99
FDN (%)	30,62	30,45	28,09	28,35
FDA (%)	13,78	13,99	12,40	12,21
CNF (%)	47,75	47,02	49,92	49,72
CT (%)	78,37	77,47	78,01	78,07
NDT (%)	73,37	73,62	74,82	74,96

T1-milho moído + uréia comum; T2-milho moído + uréia protegida; T3-silagem de milho reidratado + uréia comum; T4-silagem de milho reidratado + uréia protegida.

Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Carboidrato Não Fibroso (CNF), Carboidratos Totais (CT), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), Carboidratos Totais (CT), Carboidratos Não Fibrosos (CNF). NDT estimado pela FDN proposto por Capelle et al. (2001).

Tabela 3- Composição químico-bromatológica dos alimentos (expressos em % MS)

Ingredientes	MS	MM	PB	EE	FDN	FDA	NDT
Silagem	41,66	5,29	7,14	2,64	46,99	21,12	63,48 ¹
Farelo soja	90,06	5,86	44,64	5,23	15,46	8,86	80,48 ²
Milho moído	89,64	3,17	8,82	5,28	13,97	3,89	85,73 ²
Milho Reidratado	36,11	2,57	9,04	3,30	8,64	2,17	88,83 ²
Uréia comum	99,75	0,05	280,41	-	-	-	-
Uréia protegida	99,75	0,05	250,10	-	-	-	-

Matéria seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Carboidrato Não Fibroso (CNF), Carboidratos Totais (CT), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT).

NDT da Silagem¹ = estimado pela FDN proposto por Capelle et al. (2001).

NDT tabelado² = Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (CQBAL 3.0).

2.5 Coletas Amostrais

2.5.1 Determinação do consumo de nutrientes

A determinação do consumo voluntário de nutrientes foi feita por pesagem tanto das dietas antes do fornecimento quanto das sobras, no intervalo de 24h. O consumo de nutrientes foi calculado pela diferença entre a quantidade do nutriente presente nos alimentos fornecidos e a quantidade do nutriente nas sobras, sendo o resultado expresso em gramas /kg de peso metabólico ($\text{g/Kg}^{0,75}$).

Para a quantificação do consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) foram estimados pela equação do Weiss (1999), em que: $\text{CNDT (g/Kg}^{0,75}) = (\text{PB digestível}) + (2,25 * \text{EE digestível}) + (\text{CNF digestível}) + (\text{FDN digestível})$. Em que: $\text{PB digestível} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fezes})$, $\text{EE digestível} = (\text{EE ingerido} - \text{EE fezes})$, $\text{CNF digestível} = (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fezes})$; $\text{FDN digestível} = (\text{FDN ingerida} - \text{FDN fezes})$. Para a estimativa dos valores em percentual de nutrientes digestíveis totais, utilizou-se a seguinte equação: $\text{NDT (\%)} = (\text{CNDT} / \text{CMS}) * 100$.

As amostras das dietas ofertadas e sobras foram coletadas nos três dias que antecederiam o final de cada período (12º, 13º e 14º). Os alimentos utilizados para compor as dietas experimentais também foram individualmente amostrados para determinação das suas composições bromatológicas (TAB. 3).

As amostras coletadas foram devidamente identificadas, pesadas e congeladas em freezer (-10°C). No final de cada período, os materiais biológicos de cada dia e de cada animal foram homogeneizados e, uma alíquota de 30% foi retirada para formar uma amostra composta.

Posteriormente, as amostras compostas foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição de Ruminantes (LNR) da Fazenda Santa Paula-UFVJM, para determinação da composição bromatológica.

2.5.2 Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, carboidratos totais e não fibrosos.

Para obtenção dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, da fibra insolúvel em detergente neutro e em detergente ácido, foi adotada o método de coleta total de fezes com o auxílio de uma bolsa coletora. Durante cada período de avaliação (12° ao 14°), adotou-se a amostragem contínua por 72 horas ininterruptas.

As fezes foram pesadas individualmente, armazenadas em sacolas plásticas, identificadas e devidamente congeladas em *freezer* (-10°C). No final de cada período, três amostras de aproximadamente 500g foram reservadas para as posteriores análises bromatológicas.

As digestibilidades aparente dos nutrientes e a verdadeira da matéria seca foram calculadas conforme fórmulas propostas por Berchielli et al. (2011), ambas expressas em porcentagem na matéria seca (MS).

$$DAp (\%) = \left[\frac{(MS_{ingerida} \times \% Nutriente) - (MS_{excretado} \times \% Nutriente)}{(MS_{ingerida} \times \% Nutriente)} \right] \times 100$$

$$DIGVMS (\%) = \frac{CMS - (MS_{fecal} - CE)}{CMS}$$

$$CE = (0,098/MS_{ingerida})$$

Os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pelas equações sugeridas por Sniffen et al. (1992).

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

$$CNF = CT - FDN_{cp}$$

2.6 Processamento das amostras para análises laboratoriais

As amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram obtidas entre do 12º ao 14º dia, as quais foram homogeneizadas para formarem amostras compostas, na qual se retirou triplicatas para posterior processamento. As amostras foram pré-secas em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e, posteriormente, processadas em moinho de faca em peneira de 1,0 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB), segundo a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995).

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi realizada segundo Van Soest et al. (1991) com adaptação para autoclave conforme proposto por Pereira e Rossi Jr. (1995). Para tanto, as amostras anteriormente armazenadas em saquinhos de TNT (tecido não tecido/100 g.m⁻²) com porosidade de 100µm, foram digeridas em autoclave vertical utilizando solução de detergente neutro.

Os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método sequencial proposto por Robertson e Van Soest (1981) com protocolo apresentado por Licitra et al. (1996).

Para a estimativa dos valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) para a silagem de milho, utilizou-se a equação sugerida por Capelle et al. (2001), o qual o NDT da silagem de milho é predito pela equação sugerida é $NDT = 99,39 - 0,7641 * FDN$.

2.7 Análise estatística

As variáveis foram avaliadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_k + P_j + A_i + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = corresponde ao valor da observação;

μ = média geral;

T_k = efeito do tratamento;

P_j = efeito do período de coleta;

A_i = efeito do animal;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

A análise de variância está apresentada na Tab. 4.

Tabela 4- Análise de variância

Fonte de variação	Grau de liberdade
Período	6
Animal	7
Tratamento	3
Erro	15
Total	31

O delineamento em quadrado latino foi balanceado de acordo com Sampaio (1998). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste Tukey, utilizando-se 5% como nível crítico de significância. Os resultados foram analisados pelo PROC MIXED of SAS software (SAS Institute, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados apresentados na tabela 5 revelaram que as variáveis inerentes aos consumos de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), e de nutrientes digestíveis totais (NDT), não foram influenciadas pelos tratamentos. Entretanto, houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Tabela 5 – Consumo de Matéria Seca (CMS), Proteína Bruta (CPB), Fibra em Detergente Neutro (CFDN), Fibra em Detergente Ácido (CFDA), Nutrientes Digestíveis Totais (CNDT)

Variável/Dieta	T1	T2	T3	T4	Média	CV(%)
CMS (g/Kg PV ^{0,75}) ⁽¹⁾	160,49	163,10	152,31	156,32	158,07	10,65
CPB (g/Kg PV ^{0,75})	16,89	16,34	16,25	16,80	16,57	9,20
CFDN (g/Kg PV ^{0,75})	20,43a	20,05a	15,60b	16,99b	18,27	19,45
CFDA (g/Kg PV ^{0,75})	8,78a	8,96a	6,40b	6,58b	7,68	18,10
CNDT (g/Kg PV ^{0,75})	82,60	82,43	79,10	79,81	81,48	5,50

T1-milho moído + uréia comum; T2-milho moído + uréia protegida; T3-silagem de milho reidratado + uréia comum; T4-silagem de milho reidratado + uréia protegida.

⁽¹⁾ g/Kg PV^{0,75} = gramas por quilograma de peso metabólico.

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

A participação de volumosos nas dietas experimentais superou a inclusão média de forrageiras em rações para confinamentos (TAB. 2), pois de acordo com Arrigoni et al (2013),

geralmente em formulações para dietas de confinamento a participação média de volumosos se restringe a 20%.

Esperava-se que a silagem de milho reidratado promovesse significativamente o menor CMS para os tratamentos T3 e T4; devido ao fato do processamento da ensilagem e reidratação nos grãos ter elevado o nível energético das dietas além dos 70% de NDT (Tabela 2). Dado que segundo o NRC (2000) e Mertens (1994) a regulação do consumo voluntário será modulada quando a densidade energética da dieta alcançar essa concentração, pois a demanda energética do animal poderá ser suprida em níveis menores de ingestão em rações com alto teor de energia. Deste modo, dietas com grãos intensivamente processados ou detentores de amido mais degradável no rúmen podem reduzir o consumo de matéria seca em face do aumento da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (SILVA et al., 2007).

Silva (2016) relatou que em relação ao milho moído, zebuínos recebendo dietas com silagem de milho reidratado apresentaram redução no CMS, pois houve decréscimos na relação acetato/propionato em resposta a elevada fermentabilidade do amido e com isso, incremento do aporte energético proporcionado pelo aumento dos produtos da fermentação ruminal.

Apesar do CMS não ter sido significativamente influenciado pelos tratamentos (Tabela 5), o consumo médio diário de MS durante o experimento ($158,07 \text{ g/Kg PV}^{0,75}$, $7,54 \text{ Kg/animal/dia}$ ou $2,66\%$ do peso vivo) superou os resultados de Newman et al. (2015) ($134 \text{ g/Kg PV}^{0,75}$) e Da Silva et al. (2005) ($86,76 \text{ g/Kg PV}^{0,75}$), quando os respectivos autores avaliaram o consumo de dietas com silagem de milho e de capim mais concentrados a base de milho e ureia, em proporções semelhantes ao do presente experimento (50:50) por novilhos Holandês x Zebu (H x Z). O reduzido CMS observado por estes autores, em comparação aos obtidos pelo presente trabalho, provavelmente foi limitado pelo sistema FDN-consumo de energia proposto por Mertens (1992), na qual os animais ingerem alimentos até a máxima capacidade de enchimento ou até satisfazerem suas demandas energéticas. Dado que as exigências energéticas dos animais definem o consumo de dietas com alta densidade calórica, enquanto a capacidade física do trato gastrointestinal determina a ingestão de dietas com baixa densidade energética (VAN SOEST, 1994). Fato corroborado pelas dietas experimentais.

Em comparação as dietas de Da Silva et al. (2005) que continham 35% de CNF e 42% de FDN, às dietas do presente trabalho superou de forma proporcional os teores de CNF em 16%, bem como reduziu da mesma maneira a concentração de FDN em 18%.

As concentrações de FDN determinadas por Newman et al. (2015) e Da Silva et al. (2005) em suas respectivas dietas (40% e 42%), por terem sido proporcionalmente superiores (15%) ao tratamento com maior concentração dessa fração fibrosa (Tabela 2), possivelmente

seria o fator preponderante para que o efeito físico regulasse o CMS. Contudo, tanto as dietas dos citados autores quanto as do presente trabalho o CFDN em relação ao percentual do peso vivo foi inferior aos 1,2% sugerido por Mertens (1992) para que o efeito do enchimento ruminal limitasse o consumo voluntário (0,55%; 0,84% e 0,45% PV, respectivamente). Logo, possivelmente o CMS foi modulado tanto pela demanda energética dos animais quanto pela densidade energética das dietas, uma vez que em dietas com aproximadamente 70% de NDT, a capacidade de ingestão de alimentos torna-se modulada pelo efeito metabólico (NRC, 2000).

Gerón et al (2013) observaram que o CMS médio em cordeiros confinados foi regulado pela demanda energética quando houveram aumentos de 40 para 60% de concentrados nas dietas, provocando assim redução nessa variável, pois o CFDN decresceu (25,84 e 17,15 g/kg $PV^{0,75}$, respectivamente) frente ao aumento do consumo de CNF (24,54 e 25,73 g/kg $PV^{0,75}$, respectivamente). Da mesma forma, Pereira et al. (2006) verificaram que o CMS por bovinos recebendo dietas com 50% de silagem de sorgo mais concentrados a base de milho e ureia foi influenciado pela demanda energética dos mesmos, uma vez que o CFDN (0,90% PV) foi inferior ao limite proposto por Mertens (1992) para desencadear o efeito do enchimento ruminal, contudo a ingestão de CNF (51,55 g/Kg $PV^{0,75}$) esteve próximo às dietas do presente trabalho, corroborando com a hipótese de que a teoria quimiostática da regulação do consumo foi o mecanismo fisiológico que regulou a ingestão de alimentos.

Os resultados da Tabela 5 demonstraram que os tratamentos não influenciaram de forma significativa o CPB (g/Kg $PV^{0,75}$), tal comportamento pode ser atribuído pela ausência de variação no CMS em relação ao peso metabólico ($PV^{0,75}$) bem como o fato das rações terem sido balanceadas para conterem semelhantes teores de proteína bruta (TAB. 2).

O NRC (2000) prediz que para bovinos cruzados com 300 Kg de peso vivo e com ganho diário estimado de 1,0 kg, os requerimentos em PB nas dietas devem conter 14,2%. Dessa forma a condição predita foi atendida pelas dietas experimentais, pois as médias de PV dos animais do presente trabalho ao final do experimento foram de 285 Kg, proporcionando o consumo médio de 790 g PB/dia. No entanto a ingestão de PB ficou abaixo do determinado por Newman et al. (2015) (1,04 Kg/dia), Pereira et al. (2006) (1,63 Kg/dia) e Da Silva et al (2005) (1,13 Kg/dia), na qual os autores avaliaram o consumo de nutrientes em bovinos mestiços confinados recebendo dietas com média de 13,43% PB e formuladas com 50% de volumosos e concentrados a base de milho e ureia. Os elevados consumos de PB nos trabalhos estão relacionados pela maior inclusão de grãos de soja nas dietas de Pereira et al. (2006) (9,7%) e Da Silva et al. (2005) (10,3%) que superaram em 17% a proporção de farelo de soja do presente trabalho (Tabela 1). O elevado CMS observados por Newman et al. (2015) (7,61 Kg/dia),

Pereira et al. (2006) (11,13 Kg/dia) e Da Silva et al. (2005) (8,13 Kg/dia) foram proporcionalmente superiores em 9,7% a média do CMS desse trabalho (7,54 Kg/dia), o que também explica o aumento do CPB no referidos trabalhos.

De acordo com a análise bromatológica dos ingredientes (Tabela 3), bem como das dietas totais (Tabela 2) observou-se que em comparação ao milho moído à silagem de milho reidratado reduziu as concentrações de FDN e FDA, refletindo assim, no aumento da concentração de CNF das dietas totais (T3 e T4). Assim como constatado no trabalho de Arcari et al. (2016b), que observaram reduções na ingestão de FDN e FDA por vacas lactantes confinadas e aumento da concentração de CNF em dietas a base de silagem de milho reidratado em semelhante proporção ao presente trabalho.

O incremento na concentração de CNF observado para as dietas T3 e T4 em resposta às reduções nas concentrações de FDN e FDA (Tabela 2) foram proporcionados pelo antagonismo na composição nutricional dos alimentos, demonstrando que dietas contendo silagem com grãos reidratados (T3 e T4) tiveram seu aporte energético aumentado frente às dietas formuladas à base de grãos moídos (T1 e T2). Esses resultados corroboram as ponderações de Lopes et al. (2014), que relataram que as frações fibrosas dos alimentos podem ser usados como índices de valores energéticos, pois normalmente há uma correlação negativa entre os teores das frações fibrosas com a densidade energética.

Arcari et al. (2016b) e Silva et al. (2016) também observaram que as concentrações de percentuais de amido nas silagens de grãos reidratados de sorgo e de milho (65 e 69, respectivamente) foram proporcionalmente superiores ao processamento da moagem do sorgo e do milho (61 e 69, respectivamente) em 14% e 3%, respectivamente. Tais resultados se devem ao maior incremento de energia líquida tanto para manutenção quanto para ganho com as dietas, uma vez que Silva (2016) não somente observou que os teores de FDN e de CNF foram inversos em dietas contendo milho processados pela moagem e reidratação, como também demonstrou que a silagem de milho reidratado superou as concentrações de energia líquida (Mcal/kg) para manutenção (2,44) e ganho (1,73) das dietas contendo milho moído (1,73 e 1,32, respectivamente).

Moura et al. (2014) trabalhando com milho submetido a diferentes processamentos em dietas para vacas lactantes, observaram que os teores de FDN e FDA da silagem de milho reidratado (7,66% e 2,66%, respectivamente) em relação ao milho moído (12,57% e 3,36%, respectivamente) também sofreram reduções, uma vez que a ensilagem de grãos permite que a fração fibrosa do cereal, o pericarpo; além de ser fragmentado pela moagem (KOTARSKI et

al., 1992), tem o componente hemicelulose solubilizado pela ensilagem (McDONALD et al., 1991).

A redução dos componentes fibrosos dos alimentos proporcionado pela técnica da ensilagem e reidratação dos grãos, ocorrido tanto no presente trabalho quanto no de Moura et al. (2014), são significativos do ponto de vista nutricional, pois teoricamente poderá haver implicações positivas na digestibilidade dos ingredientes e das dietas, visto que a ensilagem altera não somente a estrutura da parede celular (SANTOS et al., 2013), como também solubiliza a fração fibrosa dos alimentos (McDONALD et al., 1991).

Para bovinos inteiros cruzados com 300 Kg de peso vivo e com ganho diário estimado de 1,0 kg, o NRC (2000) recomenda a ingestão diária de 4,38 Kg NDT/dia. Todavia, as dietas experimentais além de terem sido maior que a predição esperada do NRC (5,34 Kg/dia), observou-se que o consumo médio de NDT no presente trabalho (81,48 g/Kg PV^{0,75}) superou os resultados encontrados por Da Silva et al. (2005) (63,13 g/Kg PV^{0,75}), quando o autor avaliou o consumo de nutrientes por bovinos (H x Z) ingerindo dietas com 50% de concentrados a base de milho e ureia. No entanto, apesar do CNDT médio das dietas T1 e T2 (5,57 Kg/dia) terem superado em 4% às dietas T3 e T4 (5,11 Kg/dia), estatisticamente a referida variável não foi influenciada pelos tratamentos (TAB. 5), em razão do CMS não ter sido significativamente alterado pelos tratamentos.

Resultados como estes, reforçam a necessidade da continuidade de trabalhos que avaliem o consumo de nutrientes em rações a base de silagem de milho reidratado, pois esses resultados fogem da predição esperada quando se utiliza o processamento da ensilagem nos grãos.

Em relação às dietas com milho moído (T1 e T2), as com milho reidratado (T3 e T4) por terem apresentado maiores incrementos energéticos e reduzidas concentrações de componentes fibrosos, possivelmente provocaria reduções no CNDT nas dietas à base de milho reidratado. Haja vista que, a ensilagem dos grãos pode elevar tanto a digestibilidade dos nutrientes quanto aumentar a densidade energética das dietas, e com isso, a ingestão de MS tenderia a ser reduzida, pois a demanda energética dos animais poderá ser suprida em níveis menores de ingestão quando as dietas detém alto teor de energia (MERTENS, 1994).

Silva (2016) alimentando zebuínos com milho moído e silagem de milho reidratado observou que o consumo dietas a base de silagem de milho reidratado além de ter provocado aumento na digestibilidade da MS, PB e do amido, o consumo de MS foi reduziu em resposta ao elevado aporte energético proporcionado pelo milho reidratado e ensilado.

Apesar não ter sido possível determinar a vitreosidade do milho no presente experimento, o cereal apresentou características morfológicas condizentes com grãos detentores de endosperma vítreo (duro). Esse tipo de endosperma apresenta grânulos de amido mais adensados, matriz proteica espessa e hidrofóbica com reduzido potencial de degradação ruminal (TAYLOR e ALLEN, 2005; PEREIRA et al., 2014). Assim sendo, é possível que a associação entre os ingredientes: grão de milho moído mais ureia protegida e silagem de milho reidratado mais uréia comum otimizam o consumo e digestibilidade de nutrientes em novilhos mestiços confinados, devido a provável interação entre alimentos de rápida degradação ruminal (reidratado mais ureia comum) ou não (moído mais ureia protegida).

Todavia, os resultados observados para o consumo de FDN e FDA (TAB. 5) e digestibilidade da MS, da PB, e da FDN e FDA (TAB. 6) foram significativamente modulados pela associação entre ingredientes quando silagem de milho reidratado esteve combinada com a ureia comum (T3) e ureia protegida (T4).

Tabela 6– Digestibilidades (%MS) verdadeira da MS (DMS), aparente da Proteína Bruta (DPB), da Fibra em Detergente Neutro (DFDN) e da Fibra em Detergente ácido (DFDA)

Variável/Dieta	T1	T2	T3	T4	Média	CV(%)
DMS	66,82b	65,63b	70,10a	75,67a	69,56	7,40
DPB	69,04b	68,90b	74,33a	77,53a	72,20	7,30
DFDN	51,43b	51,24b	58,25a	60,11a	57,01	17,11
DFDA	46,11b	46,92b	55,88a	57,66a	54,14	19,98

Dietas experimentais: T1-milho moído + uréia comum; T2-milho moído + uréia protegida; T3-silagem de milho reidratado + uréia comum; T4-silagem de milho reidratado + uréia protegida.

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

A DMS foi influenciada significativamente pelos tratamentos experimentais (TAB. 6), de modo que, a digestibilidade da MS das dietas T3 e T4 superaram os resultados das dietas a base de milho moído (T1 e T2). Sob a ótica nutricional tal fato já era esperado, haja vista que a silagem de milho reidratado não só proporcionou incremento na concentração de CNF, que são mais digestíveis que os CT; como também reduziram os teores de FDN e FDA (TAB. 2). Tendo em vista que, de acordo com Van Soest (1994), há correlação negativamente entre a digestibilidade com o incremento da concentração de FDN e FDA nos alimentos. Além do mais, a contribuição efetiva dos processamentos na qualidade nutricional dos alimentos também demonstram tais resultados, pois diferentemente da moagem, a ação conjunta da proteólise mais

os ácidos advindos da fermentação no processo da ensilagem podem promover a solubilização parcial da matriz proteica (HOFFMAN et al., 2011; SILVA, 2016), tendo em vista que a moagem somente causa rompimento do pericarpo, tornando inalterada a matriz proteica (KOTARSKI et al., 1992).

Reis et al. (2013) observaram que em detrimento a moagem de grãos de milho, a ensilagem elevou a solubilidade da MS dos grãos, de modo que, houve elevação na concentração da fração A e com isso, as taxas de digestão e de desaparecimento do milho reidratado no rúmen de ovinos foram significativamente aumentados.

Silva et al. (2014) também constataram que em comparação ao sorgo moído, a silagem de grãos de sorgo reidratado favoreceu o aumento da fração potencialmente degradável da MS pelos microrganismos ruminais e, conseqüentemente, aumentou a degradabilidade efetiva da MS dos grãos reidratados. Tais resultados ocorreram devido haver solubilização da estrutura cristalina que recobre os grânulos de amido, tornando-os dessa forma mais acessíveis à degradação ruminal (NOCEK, 1988), propiciando assim maiores quantidades de nutrientes digestíveis para a ação dos microrganismos ruminais. Fato corroborado em trabalho de Silva (2016), em que a dieta a base de milho reidratado superou a ração com milho moído na oferta de nutrientes mais digestíveis, elevando tanto as digestibilidades da MS e amido quanto à síntese de ácidos graxos de cadeia curta, provocando dessa forma um efeito nutricional desejado, pois o consumo de MS (Kg/dia) bem como a eficiência alimentar de Nelores confinados foram otimizados.

No entanto, Vieira (2011) avaliando o consumo de nutrientes em dietas para Nelores confinados, observou que a digestibilidade da MS em rações a base de sorgo moído (67,29%) e silagem de sorgo reidratado (66,94%) não diferiram entre si. Tal fato pode ser atribuído à elaboração da silagem, pois os grãos de sorgo foram submetidos à imersão em água antes da sua moagem, o que tornou a redução granulométrica dos grãos somente possível a 8mm, contribuindo assim para que o aumento da superfície específica dos grãos reduzisse o potencial digestivo da MS. Haja vista que, Silva (2016) demonstrou que a degradabilidade das rações contendo milho reidratado superou o milho moído quando se utilizou a granulometria de 2mm e com isso, houve aumento da superfície de contato do substrato as enzimas digestivas.

Apesar dos animais desse presente trabalho não terem sido submetidos às análises de degradação ruminal para quantificar o potencial de degradação amilácea das dietas. Possivelmente o componente amiláceo da silagem de milho reidratado apresentou maior potencial fermentativo em relação ao milho moído. De acordo com Silva et al. (2014), trabalhando com ensaio de degradação ruminal, observaram que a silagem de sorgo reidratado

superou a moagem do grão para degradabilidade efetiva da MS e do amido em todas as taxas de degradação avaliada, corroborando dessa forma com as ponderação de Owens e Zinn, (2005), na qual a aplicação de processamentos que associem calor, umidade e fermentação aumentam a taxa e a extensão da digestão amilácea.

Devido a impossibilidade da avaliação do pH ruminal para o presente trabalho, sugere-se que os animais que consumiram as dietas com silagem de milho reidratado (T3 e T4) além de apresentaram maior pico de fermentação ruminal, infere-se que provavelmente o ápice da degradação do amido ensilado ocorreu anteriormente às dietas com milho moído (T1 e T2), tendo em vista que a matriz proteica remanescente nos grãos moídos reduzem o potencial digestivo (TAYLOR e ALLEN, 2005; PEREIRA et al., 2014). Além do mais Owens (1988) prediz que a significativa parte do amido do milho não processado é degradada nas primeiras 5 horas, contudo o potencial digestivo amiláceo ao ser otimizado pelo tipo e grau de processamento fará com que o acesso dos microrganismos ao amido além de ser favorecido, resulte na maior disponibilidade de energia fermentável (OWENS et al., 1986; NOCEK e TAMMINGA, 1991; ANTUNES, 2011).

Silva (2016) ao avaliar consumo e a digestibilidade de dietas a base de grãos de milho moído ou ensilado em Nelores confinados, observou que o consumo das dietas apesar de terem promovido semelhante queda no pH ruminal nas primeiras 5 horas. Reduções nas concentrações de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no fluido ruminal entre as 3 e 6 horas após o consumo da dieta com milho reidratado foram relatadas, em virtude da sincrônica oferta de energia prontamente disponível para a microbiota ruminal para utilizar os compostos nitrogenados.

Bitencourt (2012) também verificou que o consumo de dietas com concentrados a base de silagem de milho reidratado por vacas lactantes reduziu o teor de nitrogênio uréico no leite (NUM) em relação ao milho moído, tal resultado é atribuído à correlata relação entre a concentração de compostos amoniacaís ($N-NH_3$ e NUM) com a energia prontamente disponível, pois a sincronia entre tais nutrientes otimizará o crescimento microbiano e o metabolismo ruminal (KHEZRI et al., 2009).

A DPB foi significativamente influenciada pelos tratamentos (Tabela 6), sendo que as dietas com milho reidratado (T3 e T4) superaram as que tiveram milho moído em suas formulações (T1 e T2).

Contudo esses resultados contradizem parte das hipóteses preditas para o presente trabalho, na qual a associação entre o milho com menor potencial fermentativo mais ureia de lenta taxa de liberação de NNP (dieta T2) promoveria incrementos na digestibilidade dos nutrientes, pois de acordo com Gardinal et al. (2017) novilhos Nelore consumindo dietas com

50% de concentrados, contendo milho moído mais ureia comum ou protegida, apresentaram maior tendência de sincronismo nutricional quando a ureia protegida esteve associada com o milho moído, pois em relação a dieta com ureia comum, houve incremento na digestibilidade da PB. Demonstrando que a rápida taxa de liberação do nitrogênio não proteico (NNP) da ureia comum ao causar assincronia entre a utilização do N-NH₃ e da energia no ambiente ruminal (BENEDETI et al., 2014) podem reduzir a digestibilidade de tais nutrientes.

A ausência de efeito entre as dietas T1 e T2 para a DPB, provavelmente pode ser devido ao baixo consumo de ureia em relação a MS ingerida. Pois, apesar dos animais terem ingerido em média 14g ureia/dia (111g/7,89kg MS), superando as 9g/dia quantificado por Calomeni et al. (2015), que também não observaram alterações na DPB em dietas associando milho moído mais ureia comum ou protegida. A ingestão de ureia do presente trabalho apresentou-se menor do que os 20g determinado por Gardinal et al. (2017), que observaram que em relação a dieta com milho moído mais ureia comum; a DPB, a fermentação ruminal e o balanço nitrogenado foram positivamente modulados pela associação milho moído e ureia protegida. Indicando que a eficiência microbiana em utilizar compostos nitrogenados foi otimizada em resposta ao ambiente ruminal provido da oferta de matéria orgânica digestível e de nutrientes sincrônicos.

Piao et al. (2012) também concluíram que o aumento das concentrações de N-NH₃ no rúmen e nas excretas de novilhas leiteiras foram influenciadas pela ineficiência de utilização da amônia pelos microrganismo ruminais, devido a reduzida oferta de nutrientes advindos da dieta com baixo índice de sincronicidade entre os seus ingredientes.

A ausência de efeito estatístico entre as dietas T1 e T2 também pode ser atribuída à baixa oferta de substratos amiláceos prontamente fermentescíveis, uma vez que Van Soest (1994) afirmou que a baixa taxa de liberação de energia no rúmen limita o uso de NNP por assincronia e desta forma, há aumento da absorção de amônia pelo epitélio ruminal, elevando o nível de uréia no sangue e aumentando a excreção pela urina.

Como o milho utilizado no presente trabalho possuía características morfológicas que o classifica como detentor de endosperma vítreo, possuindo baixa solubilidade ao fluído ruminal como relatado por Taylor e Allen (2005) e Pereira et al. (2014). Provavelmente o amido pode ter sido o nutriente limitante para o sincronismo nutricional obtido para a dieta T2, pois estima-se que apenas 40% do amido é potencialmente degradado no rúmen quando o grão é processado somente pela moagem (OWENS et al., 1986). Além do mais, devido não haver um sistema endógeno que garanta o suprimento de energia para o rúmen como ocorre para N (HALL e HUNTIGTON, 2008), infere-se que nutricionalmente o ambiente ruminal e a predita sincronia foram limitados pela baixa oferta de compostos amiláceos. Assim como relatado por Seo et al.

(2013) e Rotger et al. (2006), que concluíram que a disponibilidade de carboidratos foi mais limitante para fermentação ruminal do que o grau de sincronidade entre ingredientes.

Apesar do volume médio de ureia consumido pelos animais para as dietas T3 e T4 terem sido de apenas 15g/dia (111g/7,2kg MS). Constatou-se conforme os resultados de DPB (TAB. 6) que a reciclagem de ureia provida pelo mecanismo endógeno proposto por Hall e Huntigton, (2008) evitou que a fermentação ruminal fosse limitada pelo possível déficit de $N-NH_3$, já que o processamento de reidratação dos grãos ao elevar a fermentabilidade do amido garantiu a oferta de substratos amiláceos potencialmente degradáveis. Com isso, a associação entre o milho reidratado com ureia de rápida ou de lenta taxa de liberação amoniacal (T3 e T4) revelaram ser os tratamentos que induziram o sincronismo nutricional, pois o consumo e a digestibilidade da maior parte dos nutrientes avaliados foram elevados, além do possível fato de ter ocorrido incrementos na síntese de proteína microbiana (Pmic) e nos produtos oriundos da fermentação ruminal (HALL e HUNTINGTON, 2008). Haja vista que, o aumento na síntese de tais produtos é dependente do fornecimento sincrônico entre carboidratos e proteínas degradáveis (SEO et al., 2013).

Chumpawadee et al. (2006) e Cole et al. (2008) observaram que o consumo de dietas com sincrônicas taxas de degradação amilácea e proteica em ruminantes elevaram a síntese de Pmic e a retenção de proteína no organismo dos animais, devido o balanço nitrogenado ter sido positivo em resposta a eficiente utilização do N pelos microrganismos ruminais. No entanto, apesar de Carmo et al. (2005) não terem observado efeitos estatísticos para a digestibilidade da PB em dietas com 50% de concentrados a base de milho floculado ora com ureia comum ora com protegida, os autores observaram que a utilização da ureia protegida também elevou a eficiência de uso do N pelos microrganismos em resposta a maior oferta de matéria orgânica potencialmente degradável.

Entretanto, interações negativas podem ocorrer quando os processamentos elevarem o potencial digestivo do amido no rúmen, uma vez que há uma correlação negativa entre ingredientes fermentescíveis com o pH ruminal. Assim como demonstrado Arcari et al. (2016b), na qual o pH ruminal dos animais que consumiram a dieta com milho reidratado apresentou declínio significativo e com isso, observou-se efeitos deletérios na digestibilidade da FDN.

No entanto, Taylor e Allen (2005) verificaram correlação positiva entre digestibilidade do amido e da FDN em avaliações da cinética de digestão em vacas lactantes consumindo dietas com 46% de volumosos. Segundo Bitencourt (2012), tais resultados são creditados a possíveis interações sinérgicas entre os microrganismos ruminais com os nutrientes, uma vez que o autor

também reportou que houve maior digestibilidade da FDN quando vacas lactantes consumiram dietas a base de milho reidratado.

Tricarito et al. (2008) em recente revisão reforçam a ideia de que a população celulolítica também pode ser favorecida pela oferta de nutrientes amiláceos quando a concentração dos mesmos se encontram elevados, pois os autores observaram que a adição de α -amilase em dietas para ruminantes apesar de não ter elevado a digestibilidade do amido, houve incremento na concentração de oligossacarídeos em resposta a hidrólise amilácea, e com isso, a população dos microrganismos não amilolíticos não decresceu.

Os dados apresentados para a DFDN e DFDA demonstram que houve efeitos significativos do processamento da ensilagem nos grãos sobre o endosperma dos cereais amiláceos (TAB.6), de modo que as dietas T3 e T4 apresentaram maior digestibilidade para os componentes fibrosos em relação aos tratamentos com milho moído (T1 e T2).

Normalmente em alimentos com elevados teores de energia, a concentração de FDN e FDA são reduzidas, contudo a ingestão de dietas com alta densidade energética tende a impactar negativamente a digestibilidade das frações fibrosas, pois o aumento da participação de substratos amiláceos de elevada fermentabilidade causa acentuada acidificação do rúmen. Tendo em vista que a inibição da atividade de bactérias fermentadoras de celulose ocorre quando valores de pH são inferiores a 6,0 (VAN SOEST, 1994), como demonstrado nos trabalhos de Arcari et al. (2016b) e de Ferrareto et al. (2013).

Apesar do pH ruminal não ter sido quantificado para o presente trabalho, presume-se que por mais que as dietas T3 e T4 sejam de elevado potencial fermentativo, a acidificação ruminal após a ingestão das referidas dietas estiveram acima do limite considerado crítico à atividade das bactérias celulolítica proposto por Van Soest (1994), deste modo os reduzidos valores de digestibilidade da FDN e FDA das dietas T1 e T2 se respaldam principalmente ao fato da moagem não proporcionar efetiva solubilização da hemicelulose como ocorre no processo da ensilagem (McDONALD et al., 1991), uma vez que apenas o pericarpo dos grãos é fragmentado quando se aplica a redução granulométrica (KOTARSKI et al., 1992).

As dietas a base de silagem de milho reidratado (T3 e T4) ao promoveram de forma significativa o menor consumo de FDN e FDA (Tabela 5), favoreceram o incremento na digestibilidade das frações fibrosas das referidas dietas, possibilitando aferimar que ocorreu a sincronia entre as taxas de degradação e de passagem proporcionada pelos decréscimos nos teores dos componentes fibrosos e aumento da participação de carboidratos não estruturais CNF (Tabela 1), que são mais digestíveis que os carboidratos totais (CT).

4 CONCLUSÃO

As dietas totais que associaram silagem de milho reidratado com ureia comum ou protegida foram às combinações que promoveram o sincronismo nutricional, haja vista que o consumo e a digestibilidade da maior parte dos nutrientes foram otimizados em novilho mestiços confinados.

De acordo com as condições experimentais desse trabalho, recomenda-se que o processamento da ensilagem nos grãos de milho seja difundido e aplicado com maior frequência, tendo em vista que a qualidade nutricional das dietas foi incrementada.

A escolha da associação entre ureia comum ou ureia protegida com a silagem de milho reidratado em dietas totais, deverá ser respaldada pela facilidade de aquisição de tais insumos, pois a interação entre os distintos ingredientes foi nutricionalmente positiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, R. C; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. de O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S. G de. (Eds). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

ARCARI, M.A.; MARTINS C.M.M.R.; TOMAZI, T. et al. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.221, p.167–173, 2016b.

ARRIGONI, M. de B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L. M. N. et al. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v.20, n4, p.539-551. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. AOAC, Washington, DC, 1995.

BENEDETI, P. D. B.; PAULINO, P. V. R.; MARCONDES, M. I. Soybean meal replaced by slow release urea in finishing diets for beef cattle. **Livestock Science**, v.165, p.51-60, 2014.

BERCHIELLI, T.T.; GARCÍA, A. de V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S. G de. (Eds). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

BITENCOURT, L. L. **Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras**. 2012, 130f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CALOMENI, G. D.; GARDINAL, R.; VENTURELLI, B. C. et al. Effects of polymer-coated slow-release urea on performance, ruminal fermentation, and blood metabolites in dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, n.9, p.327-334, 2015.

CAPPELE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. *et al.* Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.

CARMO, C. de A.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H.. et al. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia para vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 277-286, 2005.

CHUMPAWADEE, S. K; SOMMART, T; VONGPRALUB, P. et al. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.9, n.2, p.181-188, 2006.

COLE, N. A.; TODD R. W. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. **Journal Animal Science**, v.86, p.318-333, 2008 (E.suppl.).

DA SILVA, B. C.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, D. H. et al. Consumo e Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Ganho de Peso de Bovinos de Corte Alimentados com Silagem de *Brachiaria brizantha* e Concentrado em Diferentes Proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.

FERRARETTO, L. F.; CRUMP P. M.; SHAVER R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal Dairy Science**, v.96, p.533-550, 2013.

GARDINAL, R.; CALOMENI, G. D.; CÔNSOLO, N. R. B. et al. Influence of polymer-coated slow-release urea on total tract apparent digestibility, ruminal fermentation and performance of Nellore steers. **Asian-Australas Jornal Animal Science**, v.30, p.34-4, 2017.

GERON, L. J. V; MEXIA, A. A.; CRISTO, R. L. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p. 2497-2510, 2013.

HALL, M. B.; HUNTINGTON, G. B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal Animal Science**, v.86, p.287-292, 2008 (Suppl. 14).

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; SHAVER, R.D. et al. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.2465-2474, 2011.

KHEZRI, A.; REZAYAZDI, K.; DANESH. MESGARAN; M. et al. Effect of different Rumen-degradable Carbohydrates on Rumen Fermentation, Nitrogen Metabolism and Lactation Performance of Holstein Dairy Cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, n.5, p. 651 – 658, 2009.

KÖEPPEN, W. **Climatologia: con um estudio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v.122, n.1, p.178-190, 1992.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LOPES, K. S. M.; FERNANDES, J.; YOKOBATAKE, K. L. A. et al. Composição bromatológica de silagens de grão úmido de soja com diferentes teores de umidade. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.8, n.5, p.51-58, 2014.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991, 340p.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: TEIXEIRA, J. C; NEIVA, R. S. (Eds.) **Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes**. SBZ, Lavras, MG. Brasil, 1992, p. 01-32.

MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG, 1992.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1994. p.450-493.

MOURA, A. M.; FREITAS, H. P.; MENDES, I. A. P. et al. Processamento do milho para vacas leiteiras em pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1813-1821, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 387p.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA, D. N.; UENO, R. K. et al. Desempenho, digestibilidade da matéria seca e comportamento ingestivo de novilhos holandeses alimentados com diferentes dietas em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1623-1632, 2015.

NOCEK, J. E.; RUSSELL J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070, 1988.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A. 2005. Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. pp. 78-85. Southwest Nutr. Conf., Univ. of Arizona.
<http://animal.cals.arizona.edu/swnmc/2005/index.htm>

PEREIRA, D. H.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. de C. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.282-291, 2006.

PEREIRA, J. R. A.; ROSSI JR, P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 1995.

PEREIRA, M. N. III Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro. In: PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. Dureza do grão de milho: um tópico brasileiro. 142p, 2014.

PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. N.; LOPES, N. M. et al. **Silagem de milho reidratado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013, 4p., (Circular Técnica, 187).

PIAO, M. Y.; KIM, H. J.; PARK, T. S. et al. Effects of Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply in Total Mixed Ration with Korean Rice Wine Residue on Ruminal Fermentation, Nitrogen Metabolism and Microbial Protein Synthesis in Holstein Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.25, n.11, p.1568-1574, 2012.

REIS, W. dos; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. de L. et al. Degradabilidade da matéria seca e da proteína bruta de grãos secos e de silagens de grãos úmidos de híbridos de milho (*zea mays*), submetidos a diferentes processamentos. **Boletim de Indústria Animal**, v.70, n.3, p.269-280, 2013.

ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.). **The Analysis of Dietary Fibre in Food**. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, pp. 123–158, 1981.

ROTGER, A.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S. et al. Effects of nonstructural carbohydrates and protein sources on intake, apparent total tract digestibility, and ruminal metabolism in vivo and in vitro with high-concentrate beef cattle diets. **Journal Animal Science**, v.84, p.1188–1196, 2006.

SANTOS, S. D. M. C. et al. In vitro gas production of corn silage inoculated with different level of *Lactobacillus buchneri*. IN: REUNIAO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 50, 2013, Campinas. **Anais...**Campinas: SBZ, 2013. 1 CD-ROM.

SAS. 2002. Statistical Analysis System Institute. Institute SAS/STAT software, CD-ROOM.

SEO, J. K.; KIM, M. H.; YANG, J. Y. et al. Effects of Synchronicity of Carbohydrate and Protein Degradation on Rumen Fermentation Characteristics and Microbial Protein Synthesis. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.26, n.3, p.358-365, 2013.

SILVA, C. J. da; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, T. S. et al. Características do amido do grão de milho processado por reconstituição e moagem para uso na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.4, p.710-718, 2016.

SILVA, J. S.; BORGES, A. L. C. C.; LOPES, F. C. F. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* do sorgo grão em diferentes formas de reconstituição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1822-1830, 2014.

SILVA, N. C. da. **Características das silagens de grãos de milho influenciadas pela reidratação e pela inoculação com *L. buchneri* sobre o desempenho de bovinos de corte confinados**. 2016, 114f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, SP.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M. et al. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1426-1434, 2007.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net-carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TAYLOR, C.C.; ALLEN M.S. Corn Grain Endosperm Type and Brown Midrib 3 Corn Silage: Site of Digestion and Ruminal Digestion Kinetics in Lactating Cows. **Journal Dairy Science**, v.88, n.4, p.1413–1424, 2005.

TRICARICO, J. M.; JOHNSTON, J. D.; DAWSON, K. A. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae* α -amylase. *Animal Feed Science and Technology*, v.145, p. 136–150, 2008.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.V. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: 1994. p.476.

VIEIRA, A. R. **Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo sorgo em grão seco ou reidratado e ensilado para novilhos nelore confinados**. 2011, 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds.** Cornell: Nutrition conference for feed manufactures, p. 176-184, 1999.